

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002134125  
 PUBLICATION DATE : 10-05-02

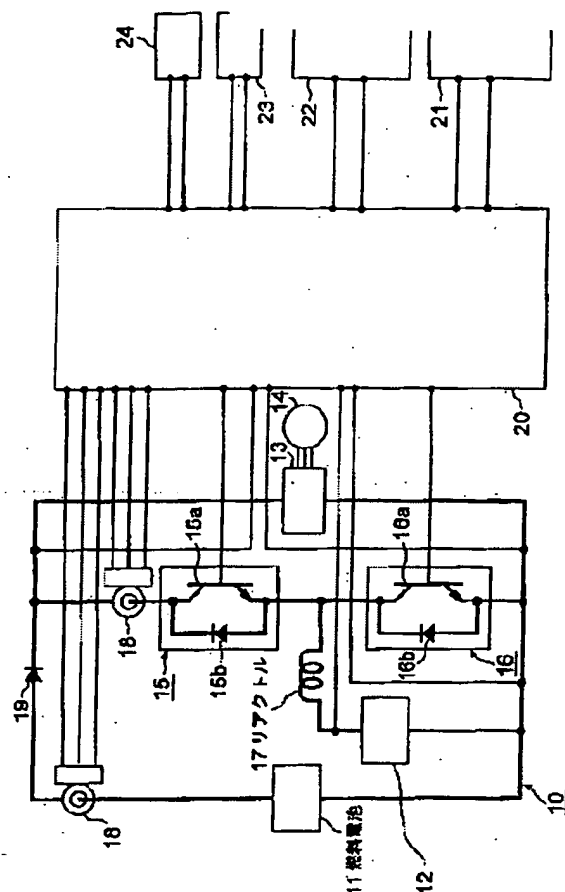
APPLICATION DATE : 29-11-00  
 APPLICATION NUMBER : 2000362597

APPLICANT : EQUOS RESEARCH CO LTD;

INVENTOR : KATO KENJI;

INT.CL. : H01M 8/00 B60L 11/18 H02J 7/00

TITLE : FUEL CELL SYSTEM AND CONTROL  
 METHOD FOR THE FUEL CELL  
 SYSTEM



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To appropriately charge a battery, without increasing the capacity of the battery by appropriately controlling the distribution state of current flowing in a fuel cell and the battery, and keeping it in a specified state the output distribution of the fuel cell and the battery.

SOLUTION: A hybrid circuit is provided with the fuel cell 11, whose both terminals are connected to a load and the battery, having a step-up control circuit and connected in parallel to the fuel cell 11 via a charge control circuit. The step-up control circuit and the charge control circuit are controlled.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-134125  
(P2002-134125A)

(43)公開日 平成14年 5月10日(2002.5.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	A 5 G 0 0 3
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	Z 5 H 1 1 5
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	G
	3 0 3		P
			3 0 3 E
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 19 頁)			

(21)出願番号 特願2000-362597(P2000-362597)  
(22)出願日 平成12年11月29日(2000.11.29)  
(31)優先権主張番号 特願2000-245780(P2000-245780)  
(32)優先日 平成12年 8月14日(2000.8.14)  
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 591261509  
株式会社エクス・リサーチ  
東京都千代田区外神田 2丁目19番12号  
(72)発明者 加藤 遼二  
東京都千代田区外神田 2丁目19番12号 株  
式会社エクス・リサーチ内  
(74)代理人 100116207  
弁理士 青木 俊明 (外1名)

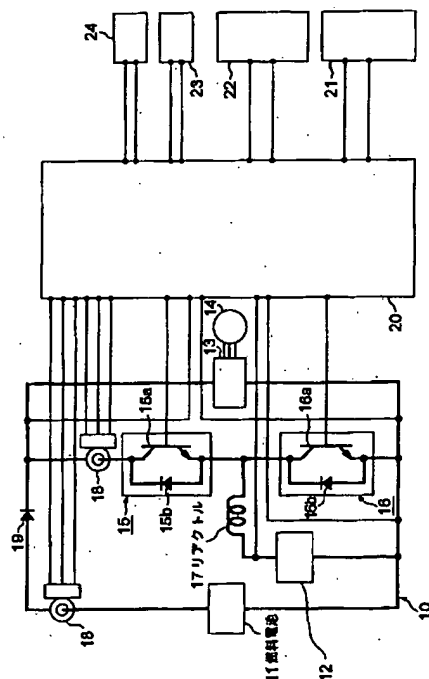
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池装置及び燃料電池装置の制御方法

(57)【要約】

【課題】燃料電池及びバッテリーに流れる電流の分配状態を適切に制御して、バッテリーの容量を増大させることなく、適切にバッテリーを充電することができ、また、燃料電池及びバッテリーの出力配分を所定の状態に維持することができるようにする。

【解決手段】両端子が負荷に接続された燃料電池11と、昇圧制御回路を備え、充電制御回路を介して前記燃料電池11に並列に接続されたバッテリーとを有するハイブリッド回路の前記昇圧制御回路及び充電制御回路を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 負荷と燃料電池とを直接接続するとともに、該燃料電池と並列に蓄電手段を含む蓄電手段回路を接続し、前記蓄電手段は、前記燃料電池の供給する電流が前記負荷の要求する電流よりも小さい場合に、前記負荷に電流を供給するとともに、前記負荷において発生した回生電力及び前記燃料電池の出力する電流により充電されることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項2】 前記蓄電手段の電圧値は、前記燃料電池の電圧値よりも低い請求項1に記載の燃料電池装置。

【請求項3】 燃料電池と、該燃料電池の出力端子に接続された負荷と、該負荷に対して、前記燃料電池と並列に接続された蓄電手段回路とを備える燃料電池装置において、前記蓄電手段回路は、蓄電手段と、該蓄電手段の出力電圧を昇圧して前記負荷に電流を供給する昇圧回路と、前記燃料電池の出力する電流を前記蓄電手段に供給して前記蓄電手段を充電する充電回路と、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段とを備え、該走行状態検出手段により検出された前記車両の走行状態に応じて、前記昇圧回路と前記充電回路とを選択的に作動させることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項4】 負荷に接続された燃料電池と、前記燃料電池と前記負荷に対して並列に接続された蓄電手段回路と、前記蓄電手段回路からの電流が前記燃料電池に供給されないように配設されたダイオード素子とを備える燃料電池装置において、前記蓄電手段回路は、互いに直列に接続された充電用スイッチング素子及び昇圧用スイッチング素子と、前記昇圧用スイッチング素子に対して、リアクトルを介して並列に接続された蓄電手段と、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段とを備え、該検出手段により検出された前記車両の走行状態に応じて、前記昇圧回路と前記充電回路とを選択的に作動させることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項5】 前記負荷は、車両を駆動する駆動モータの駆動制御装置である請求項1～4のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項6】 前記蓄電手段のSOCが所定の基準値の範囲内に収まるように前記昇圧回路及び充電回路を制御する請求項1～5のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項7】 前記蓄電手段のSOCの基準値は、前記車両の走行状態に応じて、回生電流の発生を予測し、前記回生電流を前記蓄電手段に充電できるように設定される請求項6に記載の燃料電池装置。

【請求項8】 前記蓄電手段は、2次電池及びコンデンサを含む回路である請求項1～7のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項9】 前記蓄電手段は、コンデンサである請求項1～7のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項10】 前記蓄電手段は、2次電池である請求項1～7のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項11】 両端子が負荷に接続された燃料電池と、昇圧回路、充電回路及び蓄電手段を含み、前記燃料電池に並列に接続された蓄電手段回路とを備える燃料電池装置の前記蓄電手段へ充電される電流及び前記蓄電手段から前記負荷へ供給される電流を制御することを特徴とする燃料電池装置の制御方法。

【請求項12】 直近の過去の車速、アクセル開度 $\theta$ 等に基づいて、車両の走行状態を判定する請求項11に記載の燃料電池装置の制御方法。

【請求項13】 車両位置検出装置からの情報に基づいて、前記走行状態を判定する請求項11に記載の燃料電池装置の制御方法。

【請求項14】 判定した前記走行状態に応じて前記蓄電手段のSOCの基準値を設定し、前記蓄電手段のSOCが前記基準値の範囲内に収まるように前記蓄電手段へ充電される電流及び前記蓄電手段から前記負荷へ供給される電流を制御する請求項11～14のいずれか1項に記載の燃料電池装置の制御方法。

【請求項15】 前記蓄電手段のSOCの基準値は、前記走行状態に応じて、回生電流の発生を予測し、前記回生電流を前記蓄電手段に充電できるように設定される請求項14に記載の燃料電池装置の制御方法。

【請求項16】 前記蓄電手段は、2次電池及びコンデンサを含む回路である請求項11～15のいずれか1項に記載の燃料電池装置の制御方法。

【請求項17】 前記蓄電手段は、コンデンサである請求項11～15のいずれか1項に記載の燃料電池装置の制御方法。

【請求項18】 前記蓄電手段は、2次電池である請求項11～15のいずれか1項に記載の燃料電池装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池装置及び燃料電池装置の制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、燃料電池は発電効率が高く、有害物質を排出しないので、産業用、家庭用の発電装置として、又は人工衛星や宇宙船などの動力源として実用化されてきたが、近年は、乗用車、バス、トラック等の車両用の動力源として開発が進んでいる。

【0003】 そして、前記車両は、照明装置、ラジオ、パワーウインドウ等の車両の停車中にも使用される電気を消費する補機類を多数備えていて、また、走行パターンが多様であって動力源に要求される出力範囲が極めて広いので、前記燃料電池を車両用の動力源として使用する場合には、バッテリー（蓄電池又は二次電池）を併用したハイブリッドとすることが一般的である。

【0004】 図2は従来の燃料電池装置を示す図である。

【0005】図において、101は燃料電池であり、アルカリ水溶液型（AFC）、リン酸型（PAFC）、熔融炭酸塩型（MCFC）、固体酸化物型（SOFC）、直接型メタノール（DMFC）等のものであってもよいが、固体高分子型燃料電池（PEMFC）が一般的である。

【0006】また、102は充電によって放電を繰り返すことができるバッテリーであり、鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄電池等が一般的である。

【0007】さらに、103はインバータ（INV）であり、前記燃料電池101又はバッテリー102からの直流電流を交流電流に変換して、車両の車輪を回転させる駆動源である図示されない交流モータに供給する。なお、前記駆動源が直流モータである場合は、前記燃料電池101又はバッテリー102からの直流電流は、前記インバータ103を介さずに駆動源に直接供給される。

【0008】そして、前記構成の燃料電池装置においては、前記燃料電池101及びバッテリー102が並列に接続されて、前記インバータ103に電流を供給するようになっているので、例えば、車両の停止時に前記燃料電池101が停止した場合、坂道等の高負荷運転時に前記燃料電池101からの電流だけでは要求電流に満たない場合等には、前記バッテリー102からインバータ103に電流が自動的に供給される。

【0009】また、前記駆動源である交流モータが、車両の減速運転時には発電器として機能し、いわゆる回生電流が発生する場合には、前記車両の減速運転時に回生電流がバッテリー102に供給され、該バッテリー102が再充電される。さらに、前記回生電流が供給されない場合であっても、前記バッテリー102が放電して端子電圧が低下すると、前記燃料電池101が発生する電流が自動的に前記バッテリー102に供給される。

【0010】このように、前記燃料電池装置においては、前記バッテリー102が常時充電され、前記燃料電池101からの電流だけでは要求電流に満たない場合等には、前記バッテリー102からインバータ103に電流が自動的に供給されるようになっているので、車両は各種の走行モードにおいて、安定して走行することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の燃料電池装置においては、燃料電池101及びバッテリー102が並列に接続されているだけであり、前記燃料電池101及びバッテリー102に流れる電流の分配状態が何ら制御されていないので、前記燃料電池101及びバッテリー102の電流－電圧特性によってそれぞれに流れる電流量が決まってしまう。

【0012】図3は従来の燃料電池回路における燃料電池及びバッテリーの特性を示す図である。なお、図におい

て、横軸に電流を、縦軸に電圧及び電力を採ってある。

【0013】図において、105は燃料電池101（図2）の電圧－電流特性を示す曲線、106はバッテリー102の電圧－電流特性を示す曲線、107は燃料電池101及びバッテリー102を合計した場合の本来の電圧－電流特性を示す曲線、108は燃料電池101及びバッテリー102を合計した場合の本来の電力特性を示す曲線である。

【0014】例えば、車両の定負荷運転時には、前記燃料電池101からの電流だけで要求電流を満たしているため、本来、前記バッテリー102からインバータ103に電流が供給される必要がないにも関わらず、曲線106が示すように、前記バッテリー102は低電流領域から出力を開始するので、前記バッテリー102からも前記インバータ103に電流が供給されてしまう。このように、前記バッテリー102から常時電流が流れるようになっているので、前記バッテリー102の容量を増大させる必要があるが、一般的に、バッテリーは大きく、重く、かつ、高価であり、前記バッテリー102の容量を増大させると、前記車両の体積、重量が増し、コストも高くなってしまう。

【0015】また、前記燃料電池101及びバッテリー102のそれぞれの端子電圧を、両者間の電圧差が小さくなるように設定すると、前記バッテリー102が放電して端子電圧が低下した時であっても、曲線106が示すように、前記燃料電池101からの電流が前記バッテリー102に流れにくく、該バッテリー102の充電に時間がかかってしまう。このため、車両の走行が制限され、最悪の場合には、曲線106が示すように、前記バッテリー102が上がってしまう。

【0016】逆に、前記電圧差が大きくなるように設定すると、大電流が前記燃料電池101からバッテリー102に流れるので、該バッテリー102が過充電されることによって破壊されてしまう。

【0017】さらに、通常、バッテリーの電圧－電流特性は残容量によって変動するので、前記燃料電池101及びバッテリー102の出力配分を所定の状態に維持し、曲線107、108に示されるような燃料電池101及びバッテリー102を合計した場合の本来の電流－電圧特性又は電力特性を発揮させることが困難である。そのため、坂道等の高負荷運転時のように前記燃料電池101からの電流だけでは要求電流に満たない場合であっても、前記バッテリー102からインバータ103に電流が供給されずに車両の走行が制限されてしまったり、また、前記バッテリー102の残容量が少なくなっても、前記燃料電池101から電流が供給されずに前記バッテリー102が上がったりしてしまう。

【0018】本発明は、前記従来の燃料電池装置の問題点を解決して、燃料電池及びバッテリーに流れる電流の分配状態を適切に制御して、バッテリーの容量を増大させる

ことなく、適切にバッテリーを充電することができ、また、燃料電池及びバッテリーの出力配分を所定の状態に維持することができる燃料電池装置及び燃料電池装置の制御方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明の燃料電池装置においては、負荷と燃料電池とを直接接続するとともに、該燃料電池と並列に蓄電手段を含む蓄電手段回路を接続し、前記蓄電手段は、前記燃料電池の供給する電流が前記負荷の要求する電流よりも小さい場合に、前記負荷に電流を供給するとともに、前記負荷において発生した回生電力及び前記燃料電池の出力する電流により充電される。

【0020】本発明の他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段の電圧値は、前記燃料電池の電圧値よりも低い。

【0021】本発明の更に他の燃料電池装置においては、燃料電池と、該燃料電池の出力端子に接続された負荷と、該負荷に対して、前記燃料電池と並列に接続された蓄電手段回路とを備える燃料電池装置において、前記蓄電手段回路は、蓄電手段と、該蓄電手段の出力電圧を昇圧して前記負荷に電流を供給する昇圧回路と、前記燃料電池の出力する電流を前記蓄電手段に供給して前記蓄電手段を充電する充電回路と、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段とを備え、該走行状態検出手段により検出された前記車両の走行状態に応じて、前記昇圧回路と前記充電回路とを選択的に作動させる。

【0022】本発明の更に他の燃料電池装置においては、負荷に接続された燃料電池と、前記燃料電池と前記負荷に対して並列に接続された蓄電手段回路と、前記蓄電手段回路からの電流が前記燃料電池に供給されないように配設されたダイオード素子とを備える燃料電池装置において、前記蓄電手段回路は、互いに直列に接続された充電用スイッチング素子及び昇圧用スイッチング素子と、前記昇圧用スイッチング素子に対して、リアクトルを介して並列に接続された蓄電手段と、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段とを備え、該検出手段により検出された前記車両の走行状態に応じて、前記昇圧回路と前記充電回路とを選択的に作動させる。

【0023】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記負荷は、車両を駆動する駆動モータの駆動制御装置である。

【0024】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段のSOCが所定の基準値の範囲内に収まるように前記昇圧回路及び充電回路を制御する。

【0025】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段のSOCの基準値は、前記車両の走行状態に応じて、回生電流の発生を予測し、前記回生電流を前記蓄電手段に充電できるように設定され

る。

【0026】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池及びコンデンサを含む回路である。

【0027】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段は、コンデンサである。

【0028】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池である。

【0029】本発明の燃料電池装置の制御方法においては、両端子が負荷に接続された燃料電池と、昇圧回路、充電回路及び蓄電手段を含み、前記燃料電池に並列に接続された蓄電手段回路とを備える燃料電池装置の前記蓄電手段へ充電される電流及び前記蓄電手段から前記負荷へ供給される電流を制御する。

【0030】本発明の他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、直近の過去の車速、アクセル開度 $\theta$ 等に基づいて、車両の走行状態を判定する。

【0031】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、車両位置検出装置からの情報に基づいて、前記走行状態を判定する。

【0032】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、判定した前記走行状態に応じて前記蓄電手段のSOCの基準値を設定し、前記蓄電手段のSOCが前記基準値の範囲内に収まるように前記蓄電手段へ充電される電流及び前記蓄電手段から前記負荷へ供給される電流を制御する。

【0033】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段のSOCの基準値は、前記走行状態に応じて、回生電流の発生を予測し、前記回生電流を前記蓄電手段に充電できるように設定される。

【0034】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池及びコンデンサを含む回路である。

【0035】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段は、コンデンサである。

【0036】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池である。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0038】図1は本発明の実施の形態における燃料電池装置の概念図、図4はバッテリーと電気二重層コンデンサとを組み合わせ蓄電手段として使用する1例を示す図である。

【0039】図1において、10は燃料電池(FC)回路であり、乗用車、バス、トラック等の車両用の動力源として使用される。ここで、前記車両は、照明装置、ラ

ジオ、パワーウィンドウ等の車両の停車中にも使用される電気を消費する補機類を多数備えていて、また、走行パターンが多様であって動力源に要求される出力範囲が極めて広いので、動力源として燃料電池11と蓄電手段としてのバッテリー12とを併用して使用する。

【0040】そして、燃料電池11は、アルカリ水溶液型(AFC)、リン酸型(PAFC)、熔融炭酸塩型(MCFC)、固体酸化物型(SOFC)、直接型メタノール(DMFC)等のものであってもよいが、固体高分子型燃料電池(PEMFC)であることが望ましい。

【0041】なお、更に望ましくは、水素を燃料とし、酸素又は空気を酸化剤とするPEMFC(proton exchange membrane fuel cell)型燃料電池、又はPEM(proton exchange membrane)型燃料電池と呼ばれるものである。ここで、該PEM型燃料電池は、一般的に、プロトン等のイオンを透過する高分子膜の両側に触媒、電極及びセパレータを結合したセル(fuel cell)を複数直列に結合したスタック(stack)から成る(特開平11-317236号公報等参照)。

【0042】例えば、本実施の形態においては、1例として、PEM型燃料電池であり、400枚のセルを直列に接続したスタックを使用する。この場合、総電極面積は300[cm<sup>2</sup>]であり、開放端子電圧は約350[V]、出力は約50[kW]である。そして、定常動作時の温度は50~90[℃]程度である。

【0043】なお、燃料である水素は、図示されない改質装置によってメタノール、ガソリン等を改質して取り出した水素を燃料電池に直接供給することもできるが、車両の高負荷運転時にも安定して十分な量の水素を供給することができるようにするためには、水素吸蔵合金、水素ガスボンベ等に貯蔵した水素を供給することが望ましい。これにより、水素がほぼ一定の圧力で常に十分に供給されるので、前記燃料電池11は車両の負荷の変動に遅れることなく追従して、必要な電流を供給することができる。

【0044】この場合、前記燃料電池11の出力インピーダンスは極めて低く、0に近似することが可能である。

【0045】また、12は充電によって放電を繰り返すことができる蓄電手段としての2次電池、すなわち、バッテリー(蓄電池)であり、鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄電池等が一般的であるが、電気自動車等に使用される高性能鉛蓄電池、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄電池等が望ましい。

【0046】例えば、本実施の形態においては、1例として、高性能鉛蓄電池を使用する。この場合、開放端子電圧は約210[V]であり、約10[kW]の電力を

5~20分程度供給することができる程度の容量を有する。

【0047】なお、前記蓄電手段は、必ずしもバッテリーでなくてもよく、電気二重層コンデンサのようなコンデンサ(キャパシタ)、フライホイール、超伝導コイル、蓄圧器等のように、エネルギーを電氣的に蓄積し放出する機能を有するものであれば、いかなる形態のものであってもよい。さらに、これらの中のいずれかを単独で使用してもよいし、複数のものを組み合わせて使用してもよい。

【0048】例えば、特許第2753907号公報に記載されているように、バッテリーと電気二重層コンデンサとを組み合わせて、前記蓄電手段として使用することもできる。この場合、図4に示されるように、蓄電手段12'においては、バッテリーBtはコンデンサC2と直列に接続されている。そして、前記バッテリーBtの正の端子は前記コンデンサC2の負の端子に接続されるとともに、トランジスタTr1のコレクタ電極とトランジスタTr2のエミッタ電極に接続される。

【0049】また、前記トランジスタTr1のエミッタ電極とトランジスタTr2のコレクタ電極は前記コンデンサC2の正の端子及びトランジスタTr3のコレクタ電極に接続される。なお、前記トランジスタTr3のエミッターコレクタ電極間には、ダイオードD1が接続される。

【0050】さらに、前記トランジスタTr3のエミッタ電極にはコンデンサC1の正の端子が接続される。このように、該コンデンサC1は、前記トランジスタTr1~Tr3及びダイオードD1を介して、前記バッテリーBtに並列に接続される。

【0051】ここで、前記バッテリーBtは前記バッテリー12と同様のものであり、前記コンデンサC1及びC2は電気二重層コンデンサのように単位体積当たりの容量が大きく、低抵抗で出力密度が高い大容量のものであることが望ましい。なお、前記コンデンサC1及びC2の容量は占有する体積とのバランスを考慮して適宜決定することができるが、例えば、9F以上であることが望ましい。

【0052】また、前記コンデンサC1及びC2は、それぞれ、複数のコンデンサを直列に接続したものであってもよい。この場合、1個1個のコンデンサの耐圧を低く設定することができる。

【0053】そして、前記蓄電手段12'の正の端子には前記コンデンサC2の正の端子と前記トランジスタTr3のコレクタ電極とが接続されており、前記蓄電手段12'の負の端子には前記バッテリーBtの負の電極と前記コンデンサC1の負の電極とが接続されている。

【0054】このような構成の蓄電手段12'においては、トランジスタTr1~Tr3をスイッチングすることによって、バッテリーBt並びにコンデンサC1及びC

2からの出力電流を制御するとともに、バッテリーBと並びにコンデンサC1及びC2への充電電流も制御するようになっている。

【0055】次に、図1において、13は負荷としての駆動制御装置であるインバータ装置であり、前記燃料電池11又はバッテリー12からの直流電流を交流電流に変換して、車両の車輪を回転させる駆動モータとしてのモータ14に供給する。ここで、該モータ14は発電機としても機能するものであり、車両の減速運転時には、いわゆる回生電流を発生する。この場合、前記モータ14は車輪によって回転させられて発電するので、前記車輪にブレーキをかける、すなわち、車両の制動装置（ブレーキ）として機能する。そして、後述されるように、前記回生電流がバッテリー12に供給されて該バッテリー12が充電される。

【0056】また、15はバッテリー充電制御回路であり、充電用スイッチング素子としての高速スイッチング素子であるIGBT（絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ）15aとサイリスタ15bとの並列回路である。ここで、前記IGBT15aは200〔A〕程度の電流を許容するものである。

【0057】一方、16は昇圧制御回路としてのバッテリー放電制御回路であり、前記バッテリー充電制御回路と同様に、昇圧用スイッチング素子としてのIGBT16aとサイリスタ16bの並列回路である。ここで、前記IGBT16aは200〔A〕程度の電流を許容するものである。

【0058】そして、17は200〔A〕程度の電流を許容するリアクトルであり、前記バッテリー放電制御回路16と共に昇圧回路を構成し、前記バッテリー12の出力電圧を昇圧する。

【0059】ここで、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aは所定周期（例えば、20〔kHz〕程度）のスイッチング信号によってオンオフされる。前記IGBT16aをオンにした時には、前記バッテリー12から出力された直流電流がリアクトル17に流れてエネルギーが蓄積され、前記IGBT16aをオフにした時には、前記リアクトル17に蓄積されたエネルギーに応じた電圧が、前記バッテリー12の出力電圧に加算されて昇圧される。なお、昇圧された前記バッテリー12の出力電圧は前記スイッチング信号によって適宜調節することができるが、おおよそ前記燃料電池11の出力電圧よりわずかに高い程度に調節される。

【0060】また、前記バッテリー放電制御回路16におけるサイリスタ16bは、前記IGBT16aをオフにしたときに該IGBT16aのエミッタとコレクタとの間に発生する逆起電力によって、該エミッタとコレクタとの間の絶縁が破壊されることを防止する。

【0061】そして、18は回路を流れる電流値を測定する電流センサであり、19は、負荷又は2次電池から

の電流が燃料電池に供給されないように配設されたダイオード素子としてのサイリスタである。

【0062】また、20はハイブリッド回路電子制御ユニットであり、CPU等の演算手段、半導体メモリ等の記憶手段、入出力インターフェイス等を備え、前記燃料電池回路10における電流値、電圧値等を測定するとともに、前記バッテリー充電制御回路15及びバッテリー放電制御回路16の動作を制御する。さらに、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、車両における他のセンサ、及び後述される車両用電子制御ユニット21、燃料電池電子制御ユニット22、イグニッション制御装置24等の他の制御装置と通信可能に接続され、他のセンサ及び他の制御装置と連携して前記燃料電池回路10の動作を統括的に制御する。

【0063】なお、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は独立に存在するものであってもよく、例えば、車両用電子制御ユニット21等の他の制御装置の一部として存在するものであってもよい。

【0064】ここで、例えば、本実施の形態においては、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、2つの電流センサ18と入出力インターフェイス、電圧計測用の2つの入出力インターフェイス、バッテリー充電制御回路15用の入出力インターフェイス、バッテリー放電制御回路16用の入出力インターフェイス、車両用電子制御ユニット21用の入出力インターフェイス、燃料電池電子制御ユニット22用の入出力インターフェイス、及びイグニッション制御装置24用の入出力インターフェイスを備える。また、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、電源としての電源バッテリー23に接続される電源インターフェイスも備える。

【0065】次に、車両用電子制御ユニット21は、CPU等の演算手段、半導体メモリ等の記憶手段、入出力インターフェイス等を備え、車速、気温、アクセル開度等を検出して変速機、制動装置等を含む車両全般の動作を統括的に制御する。なお、前記アクセル開度は、一般的な車両においてはアクセルペダル（スロットルペダル）の踏み込み度合いにより検出されるが、車両の出力や速度を制御する手段として、アクセルペダルに代えて回転式のアクセルグリップ、ジョイスティック、バーハンドル、回転ダイヤル等のアクセルコントローラが使用されている場合には、これらアクセルコントローラの移動の度合いによって検出される。

【0066】また、燃料電池電子制御ユニット22は、CPU等の演算手段、半導体メモリ等の記憶手段、入出力インターフェイス等を備え、燃料電池11に供給される水素、酸素、空気等の流量、温度、出力電圧等を検出して前記燃料電池11の動作を制御する。

【0067】そして、前記電源バッテリー23は、充電によって放電を繰り返すことができる鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電

池、ナトリウム硫黄電池等のバッテリーから成り、12〔V〕の直流電流を前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20に供給する。なお、前記電源バッテリー23は、車両のラジオ、パワーウィンドウ等の補機類にも電源として直流電流を供給してもよい。

【0068】また、前記イグニッション制御装置24は燃料電池回路を起動させるための装置であり、車両の運転者がスイッチをオンにすると、その信号を前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20やその他の装置に伝達する。

【0069】次に、前記構成の燃料電池装置の動作について説明する。

【0070】図5は本発明の実施の形態における燃料電池及びバッテリーの特性を示す図である。なお、図5において、横軸に電流Iを、縦軸に電圧V及び電力kWを採っている。

【0071】図5において、41は燃料電池11（図1）の電圧－電流特性を示す曲線である。前記燃料電池11の電圧－電流特性を示す曲線41は、通常のPEM型燃料電池の場合と同様に、全体として電流の増大と共に電圧が低下していく右下がり曲線である。そして、電流値Aまでは傾斜が緩やかであるが、前記電流値Aに対応する点Bを変曲点として傾斜が急になる。なお、これに対応する前記燃料電池11の電力特性は曲線45で示される。

【0072】このことから、前記燃料電池11は、電流値Aの近傍までの範囲で使用するのが効率的であることが分かる。なお、前述されたように、前記燃料電池11は出力インピーダンスがほぼ0の電源である。

【0073】一方、バッテリー12の電圧－電流特性を示す曲線43は、通常のバッテリーの場合と同様に、全体として電流の増大と共に電圧が低下していく右下がりの直線状であり、電流値Aを超えても何ら変化しない。しかも、その傾斜角度は電流値Aまでの前記曲線41の傾斜角度とほぼ等しい。

【0074】したがって、インバータ13を介してモータ14に供給すべき電流、すなわち、要求電流の値が電流値Aまでの範囲においては、前記燃料電池11だけから電流を供給し、要求電流の値が電流値Aの近傍以上の範囲においては、前記燃料電池11からの電流に加えて、前記バッテリー12からも電流を供給するようにすればよいことが分かる。そして、前記バッテリー12の開放端子電圧は、要求電流の値が電流値Aに対応する前記曲線41上の点Bにおける前記燃料電池11の端子電圧とほぼ等しいことから、要求電流の値が電流値Aの近傍までの範囲においては、前記バッテリー12から電流が供給されることはない。

【0075】ただし、前記バッテリー12の出力電圧を昇圧回路によって前記燃料電池11の端子電圧にまで昇圧すると、前記バッテリー12からも積極的に電流が供給さ

れる。

【0076】そして、要求電流の値が電流値Aに対応する前記曲線41上の点Bにおける前記燃料電池11の端子電圧が、前記バッテリー12の開放電圧とほぼ等しいことから、電流値Aをわずかに超えた範囲ではバッテリー12からも電流が供給される。しかし、前記バッテリー12からも電流が供給されると、該バッテリー12の電圧－電流特性を示す曲線43から分かるように、前記バッテリー12の端子電圧が低下していくことから、その電流値がさほど上昇することはない。

【0077】しかし、昇圧回路によって前記バッテリー12の出力電圧を前記燃料電池11の端子電圧にまで昇圧させて、前記燃料電池11及びバッテリー12からの電流を併せた場合には、電圧－電流特性を示す曲線42となり、全体として電流が増大すると共に電圧が低下していく右下がりの直線状となる。そして、これに対応する電力特性は曲線44で示される。

【0078】ここで、例えば、インバータ13を介してモータ14に供給すべき電力、すなわち、要求電力がCであるとすると、電力特性を示す曲線44上の点Dに対応する。そして、該点Dに対応する電圧－電流特性を示す曲線42上の点はEであり、これに対応する電流値はFであることが分かる。したがって、この場合には、前記燃料電池11は電流値Aの電流を供給し、前記バッテリー12は電流値(F-A)の電流を供給するようにすればよいことが分かる。

【0079】本実施の形態においては、ハイブリッド回路電子制御ユニット20の記憶手段には、図5に示されるような燃料電池11及びバッテリー12の特性があらかじめ格納されている。そして、車両用電子制御ユニット21から送信された車両の車速、アクセル開度等の信号に基づいて、モータ14に供給すべき要求電力が演算手段によって算出され、該要求電力に対応する要求電流の値が、図5に示されるような燃料電池11及びバッテリー12の特性に基づいて見出される。

【0080】一方、後述されるように、車両の走行モードが判定され、該走行モードに基づいて回生電流の発生を予測し、該回生電流をバッテリー12に充電することができるように、前記燃料電池11及びバッテリー12からの出力電流を制御するようになっているが、この時も、図5に示されるような燃料電池11及びバッテリー12の特性に基づいて出力電流を制御する。

【0081】そこで、ここでは、図5に示されるような燃料電池11及びバッテリー12の特性に基づいた燃料電池回路10の基本的な動作について説明する。

【0082】まず、要求電流の値が図5における電流値A以下の場合であり、前記燃料電池11だけから電流を供給する場合には、前記バッテリー充電制御回路15及びバッテリー放電制御回路16におけるIGBT15a、16aをオフの状態とする。



【0083】この場合、前記燃料電池11には燃料である水素及び酸化剤である酸素又は空気が常に十分に供給されるようになっているので、要求電流の値が変動しても、前記燃料電池11からは要求電流の値に応じた値の電流が自動的に供給される。したがって、前記燃料電池11の出力電流を要求電流の値の変動に応じて制御する必要がない。なお、前記燃料電池11から供給される電流の値は、電流センサ18によって測定され、電流値A以下であるか否かを前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって、常時検出する。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時検出する。

【0084】次に、要求電流の値、又は前記電流センサ18によって測定された電流の値が前記電流値A以上となった場合、例えば、図5における電流値Fとなった場合に、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aをオフの状態のままですと、前述されたように、前記バッテリー12からの電流値はあまり上昇することはない。

【0085】ここで、前記バッテリー12からも積極的に電流を供給しようとするためには、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期（例えば、20〔kHz〕程度）のスイッチング信号によってオンオフする。前記IGBT16aをオンにしたときには、前記バッテリー12から出力された直流電流がリアクトル17に流れてエネルギーが蓄積され、前記IGBT16aをオフにしたときには、前記リアクトル17に蓄積されたエネルギーに応じた電圧が、前記バッテリー12の出力電圧に加算され、その合計が前記燃料電池11の出力電圧とほぼ等しくなる。これは、図5における曲線43上の点Gが、上方にシフトされて曲線42上の点Eに移動したことに対応する。

【0086】そして、該点Eに対応する電圧値であり、電流値(F-A)である電流が前記バッテリー12からインバータ13を介してモータ14に供給される。なお、前記バッテリー12から供給される電流の値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によってチェックされる。

【0087】次に、前記バッテリー12のSOC (state of charge: 残存容量) が低下したことから、前記バッテリー12を充電する場合の燃料電池回路10の基本的な動作について説明する。

【0088】まず、車両の減速運転時に前記モータ14が発電機として機能し、交流の回生電流を発生し、続いて、該交流の回生電流は前記インバータ13によって直流の回生電流に変換される。この時、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをスイッチング信号によってオンにする。したがって、前記直流の回生電流は前

記IGBT15aを通して前記バッテリー12に供給されるので、該バッテリー12は充電される。

【0089】なお、前記回生電流の値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時チェックされる。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時チェックされる。そして、前記バッテリー12のSOCが十分に上昇した場合、前記IGBT15aはオフにされる。また、前記回生電流の値が過大である場合は、前記IGBT15aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記IGBT15aを流れる電流の値を制御する。

【0090】したがって、前記バッテリー12のSOCが十分に高い場合に充電したり、大電流を前記バッテリー12に供給したりすることがないので、該バッテリー12が過充電されることによって破壊されてしまうことがない。

【0091】また、前記バッテリー12のSOCが低下して充電が必要な場合であり、前記回生電流が発生しない場合には、前記燃料電池11から電流を供給してバッテリー12を充電する。この場合、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをスイッチング信号によってオンにするので、直流の回生電流は前記IGBT15aを通してバッテリー12に供給される。したがって、該バッテリー12は充電される。

【0092】なお、前記燃料電池11からの電流の値及び前記バッテリー12に供給される電流の値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時チェックされる。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時チェックされる。そして、前記バッテリー12のSOCが十分に上昇した場合、前記燃料電池11から供給される電流の値が前記電流値Aとなった場合、及び前記インバータ13を介してモータ14に供給される要求電流の値が大きい場合には、前記IGBT15aはオフにされる。また、前記バッテリー12に供給される電流の値が過大である場合は、前記IGBT15aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記IGBT15aを流れる電流の値を制御する。

【0093】したがって、前記バッテリー12のSOCが十分に高い場合に充電したり、大電流を前記バッテリー12に供給したりすることがないので、該バッテリー12が過充電されることによって破壊されてしまうことがない。また、前記燃料電池11に過大な負荷をかけることも、前記要求電流に対応することができなくなってしまうこともない。

【0094】次に、前述された燃料電池回路10の動作と、車両の走行状態としての走行モードとの関係の1例について説明する。

【0095】図6は本発明の実施の形態における燃料電池回路10の動作と走行モードとの関係の1例を示す図である。なお、図6において、横軸に車両負荷を、縦軸に出力を採っている。

【0096】図6において、51は車両の負荷が正の範囲における車両の負荷と燃料電池11（図1）及びバッテリー12の出力、すなわち、要求電流の大きさとの関係を示す直線、52は車両の負荷が負の範囲における車両の負荷とモータ14の出力、すなわち、回生電流の大きさとの関係を示す直線である。

【0097】ここで、車両の負荷は、車両の走行モードが市街地等を走行する低負荷運転の場合に最も低く、高速道路等を走行する高速巡航、上り坂等を走行する高負荷運転、高速道路の上り坂等を走行する最大負荷運転の順に高くなっていく。そして、要求電流の値は車両の負荷に比例して上昇する。

【0098】一方、車両が下り坂等を走行していて、モータ14が発電機として機能して回生電流を発生する走行モードである回生の場合は、車両の減速運転であるので、車両の負荷はマイナスとなり、回生電流の値は車両の負荷の絶対値に比例する。

【0099】そして、車両の負荷がマイナスである領域53においては、ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをスイッチング信号によってオンにするので、回生電流が前記IGBT15aを通過してバッテリー12に供給される。したがって、該バッテリー12は充電される。

【0100】次に、車両の負荷が0から図5における電流値Aに対応する境界Jまでの領域54においては、燃料電池11から要求電流に応じた値の電流が自動的に供給されるインバータ13を介してモータ14に供給される。

【0101】なお、前記領域54においては、バッテリー12のSOCが低い場合には、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aを適当な時間オンにすることによって、前記燃料電池11から電流を供給して前記バッテリー12を充電する。

【0102】また、逆に、前記バッテリー12のSOCが高い場合であり、回生電流を受け入れる余地がない場合には、回生電流を受け入れる余地を生じさせるために前記バッテリー12を少し放電させることが望ましいので、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記バッテリー12からの電流もインバータ13を介してモータ14に供給するようにする。これにより、前記燃料電池11から供給すべき電流を低減することができるので、前記燃料電池11の負荷が低減され、燃料の消費量を抑制することができる。なお、前記バッテリー12のSOCは8

0〔%〕程度の値であることが望ましい。

【0103】最後に、車両の負荷が境界Jを超える領域55、56においては、要求電流の値が図5における電流値Aを超えているので、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記燃料電池11からの電流値Aの電流に加えて、前記バッテリー12からは電流値Aを超える分の電流がインバータ13を介してモータ14に供給されるようにする。なお、図6において、領域55は前記燃料電池11からの電流による出力の範囲を、領域56は前記バッテリー12からの電流による出力の範囲をそれぞれ示している。

【0104】次に、本実施の形態における車両の各種走行モードに対応する燃料電池回路10の制御方法について詳細に説明する。

【0105】図7は本発明の実施の形態における燃料電池回路の制御方法の基本的な考え方を示す図、図8は本発明の実施の形態における各種走行モードにおけるバッテリーのSOCの値を示す図、図9は本発明の実施の形態における各種走行モードにおける燃料電池及びバッテリーの出力範囲を示す図、図10は本発明の実施の形態における燃料電池回路の制御動作を示すフローチャート、図11は本発明の実施の形態におけるSOC基準範囲外処理の動作を示す第1のフローチャート、図12は本発明の実施の形態におけるSOC基準範囲外処理の動作を示す第2のフローチャート、図13は本発明の実施の形態におけるSOC基準範囲外処理の動作を示す第3のフローチャートである。

【0106】本実施の形態においては、回生電流を無駄にすることなく、可能な限り利用することができるように、燃料電池回路10（図1）を制御する。すなわち、回生電流は、下り坂等を走行する場合のように車両にブレーキをかける必要がある時に、モータ14をブレーキとして機能させることによって副次的に発生されるエネルギーであり、これを利用することによって燃料電池11の燃料を節約することができる。

【0107】そして、回生電流は定常的に発生するものではないので、回生電流を利用するには、まず、バッテリー12に充電する必要がある。したがって、バッテリー12のSOCが高い時には、SOCをある程度引き下げて充電することができる余地を残すようにする必要がある。一方、図6における車両の負荷が境界Jを超える領域55、56で車両が走行する時には、バッテリー12から電流を出力する必要があるため、SOCを低くし過ぎると、高負荷運転や最大負荷運転が連続した場合に対応することができなくなってしまう。

【0108】したがって、車両の走行モードに基づいて回生電流の発生を予測し、該回生電流をバッテリー12に充電することができるように、前記バッテリー12のSO

Cを制御する必要がある。

【0109】次に、車両の走行モードと燃料電池11及びバッテリー(BT)12の出力との基本的な考え方について説明する。

【0110】図7に示されるのは、定められた時間(5～20分)にどの領域において多く運転されたかによって車両の走行モードを判定するためのテーブルである。ここで、65は、勾配が0度の平坦な道を一定の速度で走る場合、すなわち、定速走行をした場合のモータ14の出力と車両の速度の関係を示す曲線である。

【0111】まず、領域61は車速が低く、モータ14の出力が定速走行よりも高いので、市街地等の発進停止を繰り返す走行モード、すなわち、市街地モードであるといえる。したがって、車両にブレーキをかける減速運転が多く、回生電流が頻繁に発生すると予測されるので、主としてバッテリー12から電流を供給するようにして、前記バッテリー12のSOCを比較的低く、例えば、60〔%〕程度に維持し、回生電流が発生した場合にはバッテリー12に充電することができるようにする。

【0112】そして、領域62は車速が高く、モータ14の出力が定速走行よりも高いので、郊外や高速道路を巡航する走行モード、すなわち、高速モードであるといえる。したがって、車両にブレーキをかける減速運転は少なく、回生電流はあまり発生せず、一方、燃料電池11からの電流だけでは要求電流を満たすことができない場合もあることも予測されるので、該バッテリー12のSOCを高く、例えば、75〔%〕程度に維持し、必要時には常にバッテリー12から電流を供給することができるようにする。

【0113】次に、領域63はモータ14の出力が定速走行よりも高いので、山道において下り坂を下る走行モード、すなわち、山道下モードであるといえる。したがって、時々の上り坂で出力することが要求されるが、高い回生電流が発生することが予測されるので、バッテリー12のSOCを低く、例えば、50〔%〕程度に維持して、回生電流を余すところなくバッテリー12に充電することができるようにする。

【0114】最後に、領域64は車速が低い領域でも、モータ14の出力が高いので、山道において上り坂を上る走行モード、すなわち、山道上モードであるといえる。したがって、時々の下り坂で回生電流が発生するが、燃料電池11からの電流だけでは要求電流を満たすことができないことが予測されるので、バッテリー12のSOCを比較的高く、例えば、70〔%〕程度に維持して、バッテリー12からも電流を供給することができるようにする。

【0115】本実施の形態においては、判定した走行モードに応じたバッテリー12のSOCの基準値を設定する。そして、バッテリー12のSOCの実測値が前記基準値の範囲内に収まるように燃料電池回路10の動作を制

御する。

【0116】まず、ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、過去5～20分間の車速、アクセル開度 $\theta$ (モータ14が発生すべきトルクに比例)、燃料電池11及びバッテリー12から供給された電流値、バッテリー12のSOC等の数値の変化や継続時間に基づいて、現時点までの車両の走行モードが高速モード、山道上モード、山道下モード、又は市街地モードのいずれであるかを判定する。そして、前記判定した走行モードが、現時点以降5～20分間継続されると予測して、燃料電池回路10の動作を制御する。

【0117】ここで、走行モードを判定するための時間は、適宜設定することができ、例えば、過去1～5分間程度であっても、過去20～40分間程度であってもよい。また、判定した走行モードが、継続されると予測する時間も、適宜設定することができ、例えば、現時点以降1～5分間としても、現時点以降20～40分間としてもよい。

【0118】なお、前記数値は、ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって直接測定されるか、又は車両用電子制御ユニット21等の他の制御装置によって測定される。

【0119】また、車両に車両位置検出装置、例えば、ナビゲーション装置が備えられている場合には、該ナビゲーション装置によって現時点での車両の走行モードを判定することが可能であるので、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は前記ナビゲーション装置からの情報に基づいて、現在の車両の走行モードが高速モード、山道上モード、山道下モード、又は市街地モードのいずれであるかを判定するようにしてもよい。

【0120】続いて、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20は、図8に示されるように、判定した現在の車両の走行モードに応じたバッテリー12のSOCの基準値を設定する。

【0121】まず、高速モードである場合は、例えば、75〔%〕を中心として $\pm 10$ 〔%〕の範囲、すなわち、65～85〔%〕をSOCの基準値として設定する。そして、山道上モードである場合は、例えば、60～80〔%〕を、山道下モードである場合は、例えば、40～60〔%〕を、市街地モードである場合は、例えば、50～70〔%〕をそれぞれ、SOCの基準値として設定する。

【0122】そして、現時点でのバッテリー12のSOCが前記基準値の範囲内にあるときは、図9に示されるように、燃料電池回路10の動作が制御される。

【0123】図9(a)に示される高速モードにおいて、車速が低い場合は、燃料電池11から電流を供給し、バッテリー12からは電流が供給されないようにするので、バッテリー充電制御回路15及びバッテリー放電制御回路16におけるIGBT15a及び16aをオフの状

態とする。また、車速が高い場合は、要求電力が燃料電池11の供給能力を上回った場合には、バッテリー12からも電流が供給される。この時も、バッテリー充電制御回路15及びバッテリー放電制御回路16におけるIGBT15a、16aはオフの状態とする。

【0124】次に、図9(b)に示される山道上モードにおいて、車速が低くアクセル開度 $\theta$ も小さい場合は、バッテリー12から電流を供給し、燃料電池11からは電流が供給されないようにするので、バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをオフの状態とし、バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフする。これにより、前記バッテリー12の出力電圧が昇圧されて燃料電池11の出力電圧以上となるので、前記燃料電池11からは電流が供給されない。

【0125】なお、車速は低いがアクセル開度 $\theta$ が大きい場合は、前記高速モードにおける車速が低い場合と同様であり、また、車速が高い場合は、前記高速モードにおける車速が高い場合と同様である。

【0126】次に、図9(c)に示される山道下モードにおいて、車速及びアクセル開度 $\theta$ の数値範囲は異なるが、その他については、前記山道上モードにおける場合と同様である。

【0127】最後に、図9(d)に示される市街地モードにおいて、車速が低くアクセル開度 $\theta$ が大きい場合は、バッテリー12から電流を供給し、燃料電池11からは電流が供給されないようにする点についてだけ異なるが、その他については、前記山道上モード又は山道下モードにおける場合と同様である。

【0128】次に、現時点でのバッテリー12のSOCが前記基準値の範囲外にあるときの燃料電池回路10の動作について説明する。

【0129】まず、前記バッテリー12のSOCが前記基準値の範囲の下限に達していない場合には、前記バッテリー12を充電する必要があるので、どの程度の電流値でバッテリー12に充電するか、すなわち、充電電流の値が設定される。

【0130】そして、充電電流と要求電流との合計が前記燃料電池11の最大供給電流値(図5における電流値A)を超えない場合には、前記燃料電池11から供給される電流の一部が前記バッテリー12の充電に使用される。この場合、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをオンの状態とする。

【0131】なお、前記燃料電池11からの電流値及び前記バッテリー12に供給される充電電流の電流値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時検出される。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時検出される。そして、前記バッテリー12のSOCが前記基準値の範囲にまで上昇した場合、前

記燃料電池11から供給される電流の値が前記最大供給電流値となった場合、及び前記インバータ13を介してモータ14に供給される要求電流の値が大きい場合には、前記IGBT15aはオフにされる。また、前記バッテリー12に供給される電流の値が過大である時は、前記IGBT15aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記IGBT15aを流れる電流の値を制御する。

【0132】一方、前記燃料電池11は何ら制御されないで、燃料電池11からは充電電流と要求電流とを合計した電流が供給される。

【0133】次に、充電電流と要求電流との合計が前記燃料電池11の最大供給電流値を超えている場合には、前記要求電流が燃料電池11の最大供給電流値を超えているか否かを判定する。

【0134】そして、超えていない場合には、前記バッテリー12の充電は中止される。この場合、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをオフの状態とする。なお、前記燃料電池11は何ら制御されないで、燃料電池11から要求電流に等しい電流がインバータ13を介してモータ14に供給される。

【0135】次に、前記要求電流が燃料電池11の最大供給電流値を超えている場合には、前記バッテリー12の充電は中止され、さらに、バッテリー12からも電流が前記モータ14に供給されるようにする。この場合、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをオフの状態とし、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記バッテリー12の出力電圧を昇圧する。

【0136】なお、前記燃料電池11からの電流値及び前記バッテリー12から供給される電流値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時チェックされる。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時チェックされる。そして、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aのオンオフの比率(デューティ比)を制御して、前記バッテリー12から出力される電流の値を制御する。

【0137】一方、前記燃料電池11は何ら制御されないで、要求電流から前記バッテリー12からの電流を減算した値の電流が燃料電池11から供給される。

【0138】次に、前記バッテリー12のSOCが基準値の範囲の上限を超えている場合には、前記要求電流がバッテリー12の最大供給電流値を超えているか否かを判定する。

【0139】そして、超えていない場合には、前記バッテリー12から電流を供給し、前記燃料電池11からは電流が供給されないようにする。この場合、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをオフの状態

とし、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記バッテリー12の出力電圧を昇圧する。

【0140】なお、前記バッテリー12から供給される電流の値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって、常時検出される。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時検出される。

【0141】一方、前記燃料電池11は何ら制御されないが、昇圧されたバッテリー12の出力電圧が前記燃料電池11の開放端子電圧よりも高いので、前記燃料電池11からは電流が出力されない。

【0142】次に、前記要求電流がバッテリー12の最大供給電流値を超えている場合には、前記バッテリー12から供給される電流値が設定される。そして、前記燃料電池11及びバッテリー12から前記モータ14に電流が供給されるようにする。この場合、前記バッテリー充電制御回路15におけるIGBT15aをオフの状態とし、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフして、前記バッテリー12の出力電圧を昇圧する。

【0143】なお、前記燃料電池11からの電流値及び前記バッテリー12から供給される電流の値は、電流センサ18によって測定され、前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時検出される。また、電圧についても前記ハイブリッド回路電子制御ユニット20によって常時検出される。そして、前記バッテリー放電制御回路16におけるIGBT16aのオンオフの比率を制御して、前記バッテリー12から出力される電流の値を制御する。

【0144】一方、前記燃料電池11は何ら制御されないで、要求電流から前記バッテリー12からの電流を減算した値の電流が燃料電池11から供給される。

【0145】このように、本実施の形態においては、判定した走行モードに応じたバッテリー12のSOCの基準値を設定して、バッテリー12のSOCの実測値が前記基準値の範囲内に収まるように、燃料電池回路10の動作を制御する。したがって、バッテリー12には回生電流を充電するための余地が適切に残されているので、副次的に発生されるエネルギーである回生電流を無駄にせず、可能な限り利用することができ、燃料電池11の燃料を節約することができる。しかも、バッテリー12の容量を必要以上に大きくする必要がないので、バッテリー12を収容する車両の重量及び大きさを低減することができ、コストを低くすることができる。

【0146】また、格別に制御しなくても、燃料電池11から適切な電流が供給される。したがって、要求電流が燃料電池11の最大供給電流値を超えている場合であっても、バッテリー12から不足分の電流が供給されるので、車両の走行に支障を与えることがない。

【0147】また、バッテリー12のSOCの実測値が基準値の範囲内に収まらない場合であっても、燃料電池11及びバッテリー12から出力される電流の配分を適切に制御することができるので、車両の走行に何ら支障を与えることがなく、バッテリー12が上がってしまうこともない。

【0148】次に、燃料電池装置の制御動作のメインフローチャートについて説明する。

ステップS1 車速を検出する。

ステップS2 車速の変化を記憶する。

ステップS3 モータ14が発生すべきトルクを検出する。

ステップS4 バッテリー12から供給される電流の値を検出する。

ステップS5 バッテリー12のSOCを算出する。

ステップS6 燃料電池11から供給される電流の値を検出する。

ステップS7 車両の走行モードを判定する。

ステップS8 車両の走行モードに応じたバッテリー12のSOCの基準値を設定する。

ステップS9 検出したバッテリー12のSOCが基準値の範囲内にあるか否かを判定する。範囲内である場合はステップS11に、範囲内でない場合はステップS10に進む。

ステップS10 SOC基準範囲外処理を行う。

ステップS11 アクセル開度 $\theta$ を検出する。

ステップS12 図9(a)～(d)に従って燃料電池11及びバッテリー12の出力を制御する。

【0149】次に、ステップS10におけるSOC基準範囲外処理のサブルーチンのフローチャートについて説明する。

ステップS10-1 検出したバッテリー12のSOCが基準値の範囲の下限以下か否かを判定する。以下の場合にはステップS10-2に進み、以下でない場合、すなわち、基準値の範囲の上限を超えている場合はステップS10-7に進む。

ステップS10-2 充電電流の電流値を設定する。

ステップS10-3 充電電流と要求電流との合計が燃料電池11の最大供給電流値未満か否かを判定する。未満の場合はステップS10-4に、未満でない場合はステップS10-19に進む。

ステップS10-4 燃料電池11から供給される電流の一部をバッテリー12の充電に使用する。

ステップS10-5 バッテリー充電制御回路15のIGBT15aをオンにする。

ステップS10-6 燃料電池11は何ら制御されず、充電電流と要求電流とを合計した電流を供給し、処理を終了する。

ステップS10-7 要求電流がバッテリー12の最大供給電流値未満か否かを判定する。未満の場合はステップ

S10-8に、未満でない場合はステップS10-11に進む。

ステップS10-8 バッテリ12から電流を供給し、燃料電池11からは電流を供給しない。

ステップS10-9 バッテリ放電制御回路16のIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフし、バッテリ12の出力電圧を昇圧する。

ステップS10-10 燃料電池11は何ら制御されず、電流を供給することなく、処理を終了する。

ステップS10-11 バッテリ12から供給される電流の電流値を設定する。

ステップS10-12 バッテリ12からの電流に加えて、燃料電池11からの電流もモータ14に供給する。

ステップS10-13 バッテリ12がモータ14に供給する電流の電流値を算出する。

ステップS10-14 バッテリ放電制御回路16のIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフし、バッテリ12の出力電圧を昇圧する。

ステップS10-15 燃料電池11は何ら制御されず、要求電流からバッテリ12からの電流を減算した値の電流を供給し、処理を終了する。

ステップS10-16 要求電流が燃料電池11の最大供給電流値未満か否かを判定する。未満の場合はステップS10-17に、未満でない場合はステップS10-20に進む。

ステップS10-17 バッテリ12の充電を中止する。

ステップS10-18 バッテリ充電制御回路15のIGBT15aをオフにする。

ステップS10-19 燃料電池11は何ら制御されず、要求電流を供給して処理を終了する。

ステップS10-20 バッテリ12の充電を中止する。

ステップS10-21 燃料電池11からの電流に加えて、バッテリ12からの電流もモータ14に供給する。

ステップS10-22 バッテリ12がモータ14に供給する電流値を算出する。

ステップS10-23 バッテリ放電制御回路16のIGBT16aを所定周期のスイッチング信号によってオンオフし、バッテリ12の出力電圧を昇圧する。

ステップS10-24 燃料電池11は何ら制御されず、要求電流を供給して処理を終了する。

【0150】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0151】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、燃料電池装置においては、負荷と燃料電池とを直接接続するとともに、該燃料電池と並列に蓄電手段を含

む蓄電手段回路を接続し、前記蓄電手段は、前記燃料電池の供給する電流が前記負荷の要求する電流よりも小さい場合に、前記負荷に電流を供給するとともに、前記負荷において発生した回生電力及び前記燃料電池の出力する電流により充電される。

【0152】この場合、負荷の要求する要求電流が、燃料電池の最大供給電流値を超えている場合であっても、蓄電手段から不足分の電流が供給される。また、回生電流等によって蓄電手段も適切に充電されるので、蓄電手段が上がることもない。

【0153】他の燃料電池装置においては、燃料電池と、該燃料電池の出力端子に接続された負荷と、該負荷に対して、前記燃料電池と並列に接続された蓄電手段回路とを備える燃料電池装置において、前記蓄電手段回路は、蓄電手段と、該蓄電手段の出力電圧を昇圧して前記負荷に電流を供給する昇圧回路と、前記燃料電池の出力する電流を前記蓄電手段に供給して前記蓄電手段を充電する充電回路と、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段とを備え、該走行状態検出手段により検出された前記車両の走行状態に応じて、前記昇圧回路と前記充電回路とを選択的に作動させる。

【0154】この場合、簡単な回路構成でありながら、蓄電手段のSOCを適切に制御することができるので、回生電流を無駄にすることなく可能な限り利用することができ、燃料電池の燃料を節約することができる。しかも、蓄電手段の容量を必要以上に大きくする必要がない。また、燃料電池及び蓄電手段から要求電流に対応する電流が適切に供給される。さらに、回生電流等によって蓄電手段が適切に充電されるので、蓄電手段が上がってしまうことがない。

【0155】他の燃料電池装置においては、負荷に接続された燃料電池と、前記燃料電池と前記負荷に対して並列に接続された蓄電手段回路と、前記蓄電手段回路からの電流が前記燃料電池に供給されないように配設されたダイオード素子とを備える燃料電池装置において、前記蓄電手段回路は、互いに直列に接続された充電用スイッチング素子及び昇圧用スイッチング素子と、前記昇圧用スイッチング素子に対して、リアクトルを介して並列に接続された蓄電手段と、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段とを備え、該検出手段により検出された前記車両の走行状態に応じて、前記昇圧回路と前記充電回路とを選択的に作動させる。

【0156】この場合、簡単な回路構成でありながら、蓄電手段のSOCを適切に制御することができるので、回生電流を無駄にすることなく可能な限り利用することができ、燃料電池の燃料を節約することができる。しかも、蓄電手段の出力電圧を適切に昇圧できるので、要求電流に対応する電流が蓄電手段から適切に供給される。さらに、回生電流等によって蓄電手段が適切に充電されるので、蓄電手段が上がってしまうことがない。

【0157】更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記負荷は、車両を駆動する駆動モータの駆動制御装置である。

【0158】この場合、簡単な回路構成でありながら、燃料電池及び蓄電手段から要求電流に対応する電流が適切に供給されるので、車両の走行に支障を与えることがない。

【0159】更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段のSOCが所定の基準値の範囲内に収まるように前記昇圧回路及び充電回路を制御する。

【0160】この場合、燃料電池及び蓄電手段から出力される電流の配分を適切に制御することができるので、車両の走行に何ら支障を与えることがなく、蓄電手段が上がってしまうこともない。

【0161】更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段のSOCの基準値は、前記車両の走行状態に応じて、回生電流の発生を予測し、前記回生電流を前記蓄電手段に充電できるように設定される。

【0162】この場合、車両の走行モードに応じて蓄電手段のSOCをより適切に制御することができるので、回生電流をまったく無駄にすることなく可能な限り利用でき、より一層燃料電池の燃料を節約することができる。

【0163】更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池及びコンデンサを含む回路である。

【0164】この場合、2次電池及びコンデンサから出力される電流の配分並びに2次電池及びコンデンサに充電される電流の配分を適切に制御することにより、2次電池及びコンデンサの劣化を防止することができ、かつ、負荷の要求する電流を速やかにかつ適切に出力することができる。

【0165】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段は、コンデンサである。

【0166】この場合、負荷の要求する電流を速やかに出力することができる。また、蓄電手段の重量及び占有する体積を軽減することができる。

【0167】本発明の更に他の燃料電池装置においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池である。

【0168】この場合、蓄電手段の蓄電能力を容易に増強することができる。

【0169】本発明によれば、燃料電池装置の制御方法においては、両端子が負荷に接続された燃料電池と、昇圧回路、充電回路及び蓄電手段を含み、前記燃料電池に並列に接続された蓄電手段回路とを備える燃料電池装置の前記蓄電手段へ充電される電流及び前記蓄電手段から前記負荷へ供給される電流を制御する。

【0170】この場合、負荷の要求する要求電流が、燃料電池の最大供給電流値を超えている場合であっても、バッテリーから不足分の電流が供給されるので、車両の走

行に支障を与えることがない。また、バッテリーも適切に充電されるので、バッテリーが上がってしまうこともない。

【0171】また、他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、直近の過去の車速、アクセル開度 $\theta$ 等に基づいて、車両の走行状態を判定する。

【0172】この場合、直近の過去の走行モードに基づいて現在の走行モードを判定するので、信用性が高くなる。

【0173】また、更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、車両位置検出装置からの情報に基づいて、前記走行状態を判定する。

【0174】この場合、リアルタイムで走行状態を判定することができるので、判定の信頼性が極めて高くなる。

【0175】また、更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、判定した前記走行状態に応じて前記蓄電手段のSOCの基準値を設定し、前記蓄電手段のSOCが前記基準値の範囲内に収まるように前記蓄電手段へ充電される電流及び前記蓄電手段から前記負荷へ供給される電流を制御する。

【0176】この場合、蓄電手段のSOCを適切に制御することができるので、回生電流を無駄にすることなく可能な限り利用することができ、燃料電池の燃料を節約することができる。しかも、蓄電手段の容量を必要以上に大きくする必要がないので、蓄電手段を収容する車両の重量及び大きさを低減することができ、コストも低くすることができる。また、更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段のSOCの基準値は、前記走行状態に応じて、回生電流の発生を予測し、前記回生電流を前記蓄電手段に充電できるように設定される。

【0177】この場合、車両の走行モードに応じて蓄電手段のSOCをより適切に制御することができるので、回生電流をまったく無駄にすることなく可能な限り利用することができ、より一層燃料電池の燃料を節約することができる。

【0178】更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池及びコンデンサを含む回路である。

【0179】この場合、2次電池及びコンデンサから出力される電流の配分並びに2次電池及びコンデンサに充電される電流の配分を適切に制御することによって、2次電池及びコンデンサの劣化を防止することができ、かつ、負荷の要求する電流を速やかに、かつ適切に出力することができる。

【0180】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段は、コンデンサである。

【0181】この場合、負荷の要求する電流を速やかに

出力することができる。また、蓄電手段の重量及び占有する体積を軽減することができる。

【0182】本発明の更に他の燃料電池装置の制御方法においては、さらに、前記蓄電手段は、2次電池である。

【0183】この場合、蓄電手段の蓄電能力を容易に増強することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における燃料電池装置の概念図である。

【図2】従来の燃料電池装置を示す図である。

【図3】従来の燃料電池回路における燃料電池及びバッテリーの特性を示す図である。

【図4】バッテリーと電気二重層コンデンサとを組み合わせ蓄電手段として使用する1例を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態における燃料電池及びバッテリーの特性を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態における燃料電池回路10の動作と走行モードとの関係の1例を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態における燃料電池回路の制御方法の基本的な考え方を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態における各種走行モードにおけるバッテリーのSOCの値を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態における各種走行モードにおける燃料電池及びバッテリーの出力範囲を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態における燃料電池回路の制御動作を示すフローチャートである。

【図11】本発明の実施の形態におけるSOC基準範囲外処理の動作を示す第1のフローチャートである。

【図12】本発明の実施の形態におけるSOC基準範囲外処理の動作を示す第2のフローチャートである。

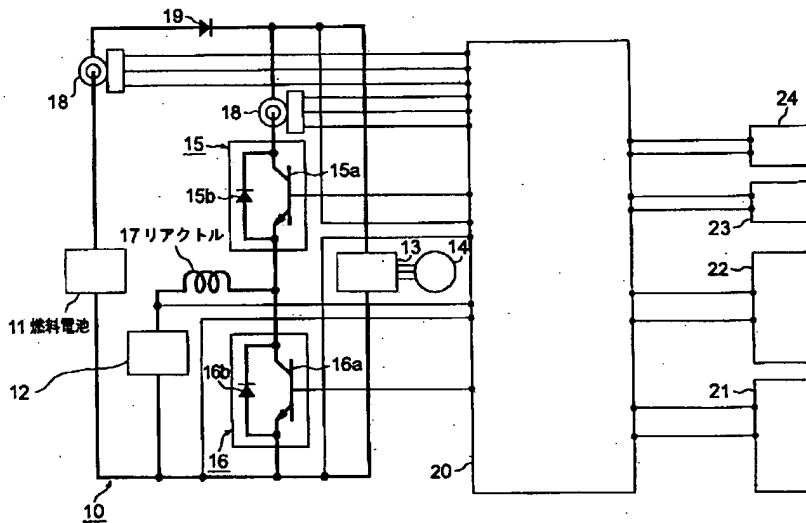
【図13】本発明の実施の形態におけるSOC基準範囲外処理の動作を示す第3のフローチャートである。

【符号の説明】

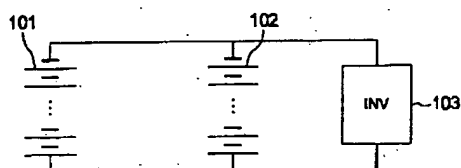
11 燃料電池

17 リアクトル

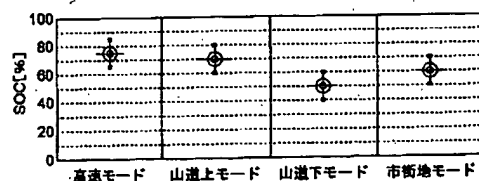
【図1】



【図2】

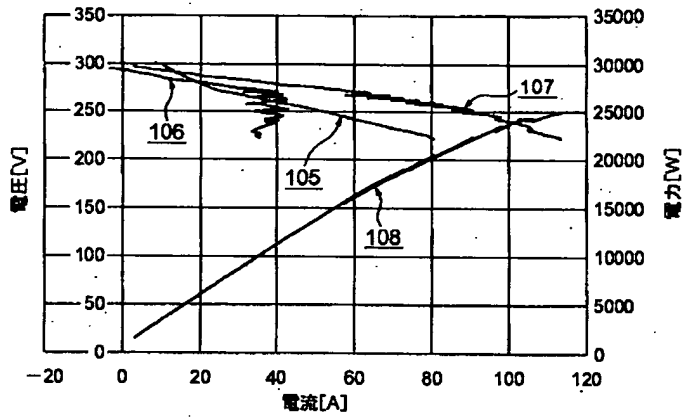


【図8】

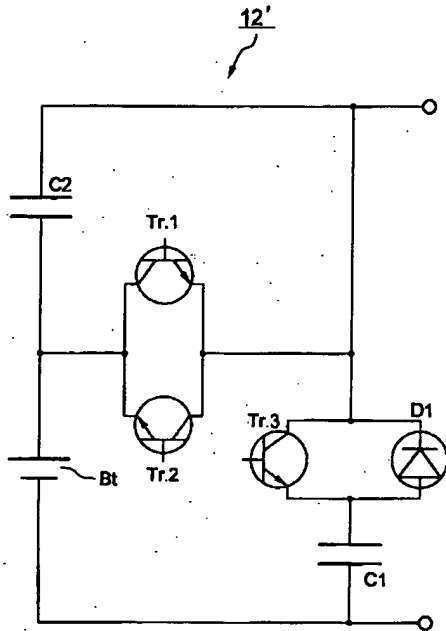




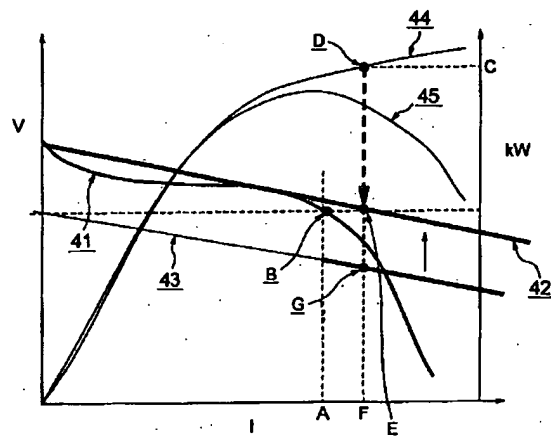
【図3】



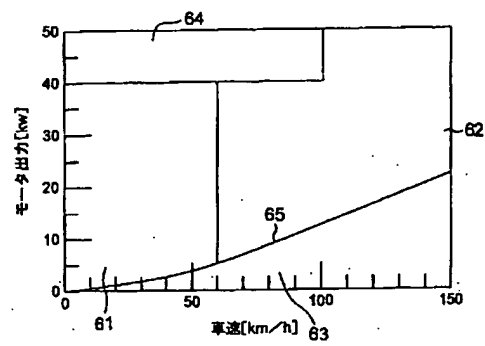
【図4】



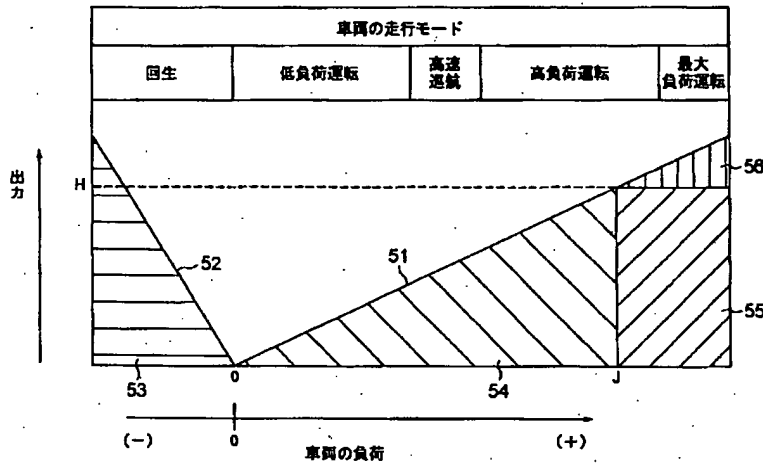
【図5】



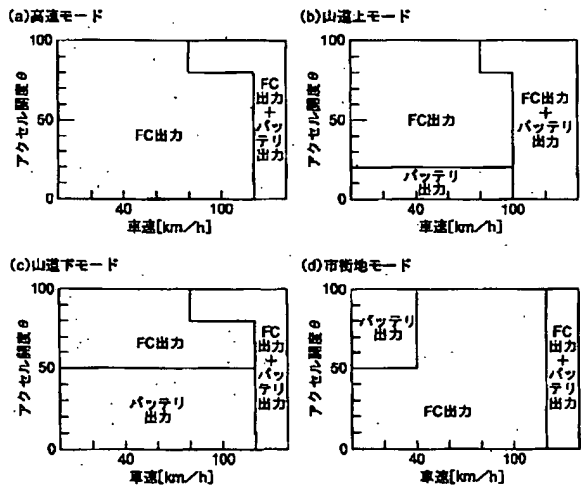
【図7】



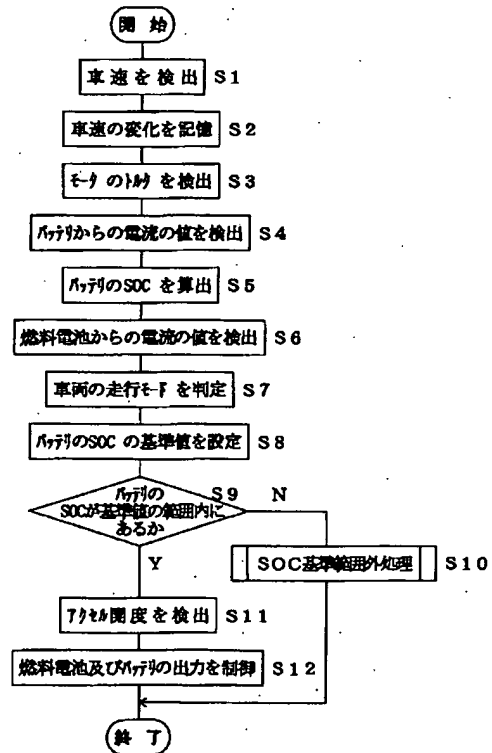
【図6】



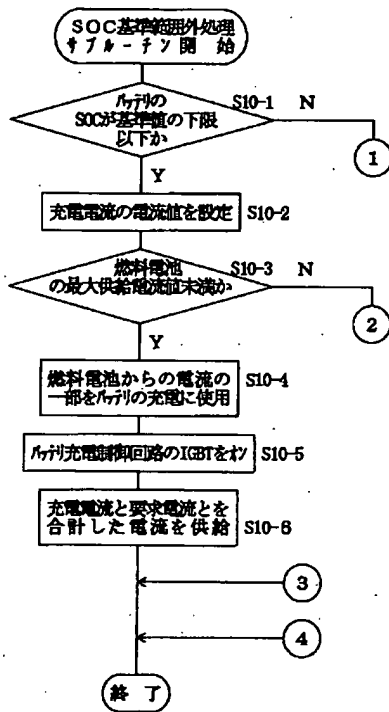
【図9】



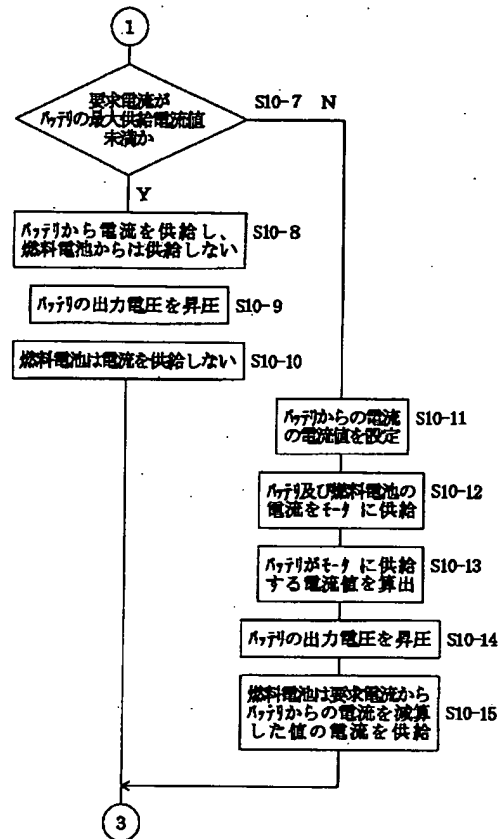
【図10】



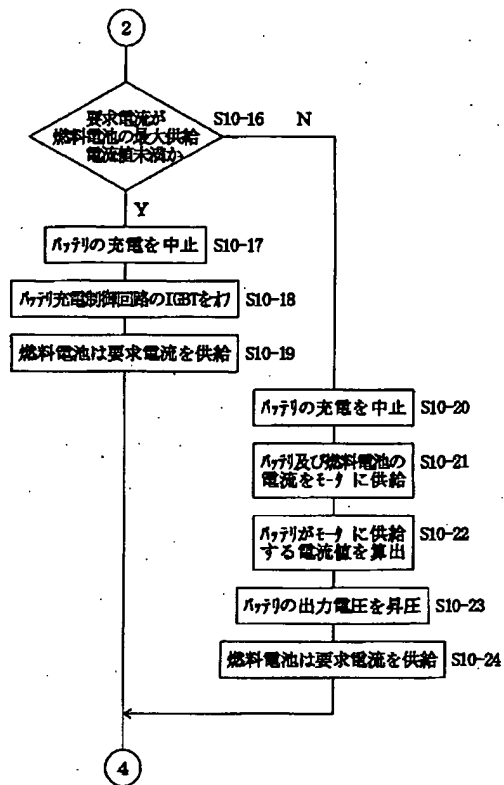
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G003 AA05 AA07 CA02 CA04 CA11  
CC02 DA15 FA06 GB06 GC05  
5H115 PI16 PI18 PI29 PI30 PO17  
PU08 PV09 PV23 QA05 QE04  
QE06 QE10 QI04 QN03 QN12  
QN28 SE06 TB01 TI05 TI06  
TI10 TO21 TU16